

Regeneration system for particle filter in internal combustion engine exhaust

Patent number: DE19838032
Publication date: 1999-03-18
Inventor: ZELENKA PAUL DR (AT); RECZEK WALTER (AT);
UNGER EDUARD DIPL ING (AT); HERZOG PETER
DIPL ING DR (AT)
Applicant: AVL LIST GMBH (AT)
Classification:
- international: F01N3/02; F01N9/00
- european: F01N3/023; F01N9/00F
Application number: DE19981038032 19980821
Priority number(s): AT19970000575U 19970916

Also published as:

AT2410U (U1)

Report a data error here**Abstract of DE19838032**

A particle filter (4) in the exhaust system of an internal combustion engine, e.g. a diesel engine, is regenerated by reducing the flow rate in the exhaust duct downstream of the filter. Regeneration is achieved using a valve (5) to reduce the cross-section of the duct by up to 95 percent. This increases the pressure and temperature of the exhaust gasses to the regeneration temperature for the filter. The exhaust flow is restricted in a periodic pattern for between 1 to 10 seconds. A control system determines the state of the filter by comparing engine parameters against programmed parameters.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 198 38 032 B4 2004.09.09

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 198 38 032.1

(22) Anmeldetag: 21.08.1998

(43) Offenlegungstag: 18.03.1999

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 09.09.2004

(51) Int. Cl.⁷: F01N 3/023

F01N 9/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:

575/97 U 16.09.1997 AT

(71) Patentinhaber:

AVL List GmbH, Graz, AT

(74) Vertreter:

Gleiss & Große, Patentanwälte Rechtsanwälte,
70469 Stuttgart

(72) Erfinder:

Zelenka, Paul, Dr., Gleisdorf, AT; Reczek, Walter,
Windisch, AT; Unger, Eduard, Dipl.-Ing., Leibnitz,
AT; Herzog, Peter, Dipl.-Ing. Dr., Graz, AT

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

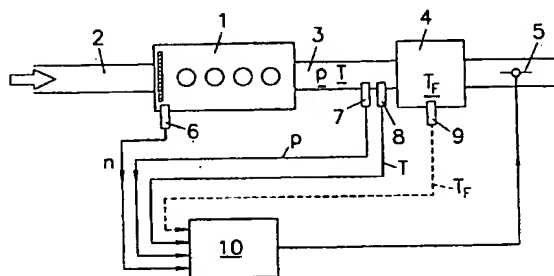
DE 42 30 180 A1

DE 34 08 057 A1

EP 02 60 031 A1

(54) Bezeichnung: Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters (4) einer Diesel-Brennkraftmaschine (1), wobei in Abhängigkeit des Beladungszustandes des Partikelfilters (4) die Regeneration durchgeführt wird, und die Regeneration durch Erhöhen des Abgasgegendruckes (p) im Bereich des Partikelfilters (4) initiiert wird, wobei stromabwärts des Partikelfilters (4) der Durchflussquerschnitt während des Regenerationsprozesses temporär vermindert wird, und wobei zur Feststellung des Beladungszustandes des Partikelfilters (4) innerhalb eines Zeitfensters (Δt) aktuelle motorspezifische und filterspezifische Betriebsparameter (n , T , p) erfasst werden, dadurch gekennzeichnet, dass aus den aktuellen Betriebsparametern (n , T , p) als charakteristischer Kennwert ein normierter Abgasgegendruck (p_0) berechnet wird und dieser mit einem Grenzkennwert (p_{sw}) des normierten Abgasgegendruckes verglichen wird, dass während der Regenerationsphase ein Zeitzähler (t) aktiviert wird, dass die Regeneration eine vordefinierte Regenerationsgesamtdauer (t_R) lang und/oder so lange erfolgt, bis der normierte Abgasgegendruck (p_0) kleiner als der Grenzkennwert (p_{sw}) des normierten Abgasgegendruckes wird, und dass die Regenerationsphase unterbrochen wird, wenn die gemessenen Werte für die Motordrehzahl...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters einer Diesel-Brennkraftmaschine, wobei in Abhängigkeit des Beladungszustandes des Partikelfilters die Regeneration durchgeführt wird, und die Regeneration durch Erhöhen des Abgasgegendruckes im Bereich des Partikelfilters initiiert wird, wobei stromabwärts des Partikelfilters der Durchflussquerschnitt während des Regenerationsprozesses temporär vermindert wird, und wobei zur Feststellung des Beladungszustandes des Partikelfilters innerhalb eines Zeitfensters aktuelle motorspezifische und filterspezifische Betriebsparameter erfasst werden.

[0002] Partikelfilter werden bei Dieselmotoren insbesondere zum Herausfiltern von im Abgas mitgeführten Rußpartikeln eingesetzt. Zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit eines Partikelfilters muss dieser allerdings im Bedarfsfall regeneriert werden.

[0003] Um die Regeneration eines Partikelfilters durchführen zu können, ist es notwendig, die Abgaseintrittstemperatur bzw. die Temperatur im Partikelfilter für eine kurze Zeit zu erhöhen, um die Initialisierung der Regeneration beeinflussen zu können.

Stand der Technik

[0004] Es sind verschiedene Verfahren zur thermischen Regeneration von Partikelfiltern bekannt. Bei der sogenannten Standregeneration erfolgt während des Stillstandes der Brennkraftmaschine ein Ausbrennen des Partikelfilters mittels einer hierzu vorgesehenen, motorunabhängigen Heizeinrichtung. Eine Regeneration während des Kraftfahrzeugbetriebes ist bei der Wechselregeneration möglich, bei der zwei parallel geschaltete Partikelfilter wechselweise vom Motorabgas durchströmt werden, während jeweils der vom Abgassystem entkoppelte Partikelfilter für die Zeit der thermischen Regenerierung von einem durch eine motorunabhängige Heizeinrichtung temperiertem Heizgas durchströmt wird. Eine Regenerierung des Partikelfilters während des Kraftfahrzeugbetriebes ist auch bei der Vollstromregeneration möglich, bei der der permanent im Abgasstrom befindliche Partikelfilter in der Regenerationsphase auf die für die Regenerierung erforderliche Temperatur gebracht wird, in dem ein durch eine motorunabhängige Heizeinrichtung erzeugter Heizgasstrom mit dem Motorabgas vermischt und zusammen mit diesem in den Partikelfilter eingeleitet wird.

[0005] Die bekannten Verfahren zur Regeneration von Partikelfiltern erfordern einen relativ großen konstruktiven Aufwand und haben weiters den Nachteil, dass zur Aufheizung des Partikelfilters eine separate Heizeinrichtung erforderlich ist.

[0006] Aus der DE 42 30 180 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung des Beladungszustandes von Partikelfiltern bekannt, bei dem filterspezifische Größen, wie Druck und Temperatur des

Abgasvolumenstroms im Partikelfilter und motorspezifische Größen, wie die Motordrehzahl, gemessen werden. Aus den Messwerten wird ein Ist-Kennwert berechnet, welcher mit einem vordefinierten Grenzkennwert verglichen wird. Bei hinreichender Abweichung des Ist-Kennwertes vom Grenzkennwert wird der Regenerationsvorgang durch Aktivieren einer externen Brenneinrichtung eingeleitet. Auch hier ist ein erheblicher konstruktiver Aufwand zur Durchführung der Regeneration des Partikelfilters erforderlich. [0007] Aus der DE 34 08 057 A1 ist ein Verfahren zum Zünden von Rußabbrennfiltern für Dieselmotoren bekannt, welches darauf beruht, dass bei im wesentlichen gleichbleibender Motordrehzahl die Abgastemperatur durch Erhöhen der Motorbelastung erhöht wird. Die Erhöhung der Motorbelastung erfolgt durch Zuschalten von normalerweise im Kraftfahrzeug bereits vorhandenen Einrichtungen wie Retarder, Motorbremsen oder Fahrzeugbremsen. Der Zeitpunkt der Regeneration wird von der Filterbelegung, insbesondere bei Überschreiten eines vorgegebenen Gegendruckes von dem Filter, bestimmt. Auch die Dauer der Regeneration wird vom Gegendruck gesteuert. Wichtige andere Einflussgrößen auf den Regenerationszeitpunkt, wie Motordrehzahl oder Abgastemperaturen bleiben aber unberücksichtigt.

[0008] Die EP 02 60 031 A1 beschreibt ein ähnliches Verfahren zur Rußfilterregeneration, wobei die Regeneration ebenfalls durch Erhöhen des Abgasgegendruckes, nämlich durch ein Drosselventil stromaufwärts des Rußfilters erfolgt. Der Beladungszustand wird durch Messung des Abgasgegendruckes und der Abgastemperatur stromaufwärts des Rußfilters, der Abgastemperatur stromabwärts des Rußfilters, des Lastzustandes und der Drehzahl der Brennkraftmaschine bestimmt, wobei die gemessenen Werte mit in einem Motorkennfeld abgespeicherten Werten verglichen werden. Dies erfordert einen relativ hohen speicher- und steuerungstechnischen Aufwand.

Aufgabenstellung

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren sowie eine Vorrichtung vorzuschlagen, um auf möglichst einfache Weise eine Regeneration des Partikelfilters in Abhängigkeit des Beladungszustandes durchzuführen.

[0010] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß dadurch, dass aus den aktuellen Betriebsparametern als charakteristischer Kennwert ein normierter Abgasgegendruck berechnet wird und dieser mit einem Grenzkennwert des normierten Abgasgegendruckes verglichen wird, dass während der Regenerationsphase ein Zeitzähler aktiviert wird, dass die Regeneration eine vordefinierte Regenerationsgesamtdauer lang und/oder so lange erfolgt, bis der charakteristische Kennwert kleiner als der Grenz-

kennwert des normierten Abgasgegendruckes wird und dass die Regenerationsphase unterbrochen wird, wenn die gemessenen Werte für die Motordrehzahl oder die Abgastemperatur außerhalb der Bereiche für die Soll-drehzahl beziehungsweise für die Sollabgastemperatur liegen, und die Regenerationsphase wieder fortgesetzt wird, sobald die Sollwertbereiche wieder erreicht werden. Durch die Erhöhung des Abgasgegendruckes kommt es zu einem Temperaturanstieg im Partikelfilter, wobei eine für die Regeneration ausreichende Temperatur von etwa 400 bis 600°C erreicht wird. Die für die Regeneration notwendige Temperatur kann gegebenenfalls noch durch dem Kraftstoff zugesetzte oxidationsfördernde Additive gesenkt werden. Durch die Erhöhung des Abgasgegendruckes kann es allerdings bei Brennkraftmaschinen mit Abgasrückführung zu einer erhöhten Abgasrückführrate und dadurch zu einer Verminderung des Sauerstoffgehaltes im Abgas kommen. Das Sauerstoffdefizit kann im Extremfall bewirken, dass die Regeneration des Partikelfilters nicht fortgesetzt werden kann. Um dies zu vermeiden und um den für die Regeneration notwendigen Sauerstoffgehalt im Abgas bereitzustellen, ist im Rahmen der Erfindung vorgesehen, dass die Erhöhung des Abgasgegendruckes während der Regenerationsphase getaktet erfolgt, wobei vorzugsweise der Strömungsquerschnitt stromabwärts des Partikelfilters in kurzen Taktfolgen vermindert und wieder erhöht wird. Beim Vermindern des Strömungsquerschnittes kommt es zu einem Temperaturanstieg im Partikelfilter, der gerade hoch genug ist, um die Regeneration einzuleiten und fortzusetzen. Bevor das Sauerstoffdefizit im Partikelfilter groß genug werden kann, um die Regeneration zu unterbrechen, wird stromabwärts des Partikelfilters der Strömungsquerschnitt wieder freigegeben, was zu einem Ansteigen des Sauerstoffgehaltes führt. Noch bevor die Temperatur im Partikelfilter unter eine die Regeneration behindernde Größe sinken kann, wird der Strömungsquerschnitt unterhalb des Partikelfilters wieder vermindert und der Abgasgegendruck erhöht, was wieder zu einem raschen Ansteigen der Temperatur führt.

[0011] Versuche haben gezeigt, dass eine 80 bis 95 %-ige Verminderung des Strömungsquerschnittes ausreicht, um den Abgasgegendruck genügend erhöhen zu können. Die Taktzeit für das Vermindern und Öffnen des Strömungsquerschnittes liegt vorzugsweise zwischen etwa einer Sekunde und zehn Sekunden.

[0012] Um eine schnelle Erweiterung bzw. Verminderung des Strömungsquerschnittes zu erreichen ist vorgesehen, dass die Verminderung des Durchflussquerschnittes durch Betätigen einer variablen Drossel, vorzugsweise einer Drosselklappe oder eines Schiebers, erfolgt. Die variable Drossel ist dabei mit einer entsprechenden Steuereinheit verbunden, welche motorspezifische und filterspezifische Betriebsparameter misst und daraus den Einsatzpunkt der Regenerationsphase sowie ein pulsweitenmodulier-

tes Steuersignal für die variable Drossel bestimmt. Das pulsweitenmodulierte Signal ist notwendig, um einerseits die erforderliche Starttemperatur für die Regeneration erreichen zu können, andererseits um während einer erfolgreich initiierten Regenerationsphase ausreichend Sauerstoff für die Reaktion im Partikelfilter zur Verfügung stellen zu können.

[0013] Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass der normierte Abgasgegendruck p_0 als Funktion der Motordrehzahl n , der Abgastemperatur T und des Abgasgegendruckes p stromaufwärts des Partikelfilters berechnet wird, wobei gilt:

$$p_0 = p_a \cdot \frac{n_{idle}}{n} \cdot \frac{T_{idle}}{T_a}, \quad \text{wobei}$$

p_a der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfensters Δt gemessenen Abgasgegendrucke p_i , T_a der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfensters Δt gemessenen Abgastemperaturen T_i , T_{idle} die Abgastemperatur bei Leerlaufdrehzahl n_{idle} , n die während des Zeitfensters Δt gemessene Motordrehzahl,

n_{idle} die Leerlaufdrehzahl ist.

[0014] Die Regeneration durch getaktetes Erhöhen des Abgasgegendruckes erfolgt dabei über eine vorbestimmte Regenerationsgesamtdauer t_R . Diese vordefinierte Regenerationsgesamtdauer t_R kann experimentell festgesetzt sein. Zusätzlich kann anstelle der oder zusätzlich zur festgesetzten Regenerationsgesamtdauer t_R eine Überwachung des Regenerationserfolges durch Vergleichen des laufend bestimmten charakteristischen Kennwertes mit dem Grenzkennwert erfolgen. Die Regeneration ist dabei beendet, wenn der aktuelle Kennwert außerhalb eines vordefinierten Bereiches unterhalb des vordefinierten Grenzwertes fällt.

[0015] Dadurch, dass die Regenerationsphase unterbrochen wird, wenn die gemessenen Werte für die Motordrehzahl n oder die Abgastemperatur T außerhalb der Bereiche für die Soll-drehzahl bzw. für die Sollabgastemperatur liegen, und die Regenerationsphase wieder fortgesetzt wird, sobald die Sollwertbereiche wieder erreicht werden, ist gewährleistet, dass die Regeneration nur unter optimalen Bedingungen stattfindet.

[0016] Durch den während der Regenerationsphase aktivierten Zeitähler wird die Zeitdauer des Regenerationsprozesses durch Unterbrechungen nicht unnötig länger.

[0017] Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert.

[0018] Fig. 1 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Regeneration eines Partikelfilters,

[0019] Fig. 2 ein Sauerstoffgehalt-Temperatur-Diagramm des Abgases im Bereich des Partikelfilters,

[0020] Fig. 3 ein Flußdiagramm zur Darstellung der Beladungszustandsermittlung des Partikelfilters,

[0021] Fig. 4 ein Flußdiagramm zur Darstellung der

Regenerationsüberwachung.

[0022] Bei dem in Fig. 1 gezeigten Blockschaltbild sind nur diejenigen Teile dargestellt, die für das Verständnis der Erfindung notwendig sind. Die Brennkraftmaschine 1 ist mit der Ansaugleitung 2 und der Abgasleitung 3 dargestellt. In die Abgasleitung 3 ist der Partikelfilter 4 eingefügt. Stromabwärts des Partikelfilters 4 ist eine variable Drossel 5 in der Abgasleitung 3 vorgesehen, welche beispielsweise als Drosselklappe ausgeführt sein kann. Zur Erfassung der aktuellen Motordrehzahl n wird ein Sensor 6 verwendet. Weiters ist stromaufwärts des Partikelfilters 4 in der Abgasleitung 3 ein Sensor 7 zur Messung des Abgasgegendruckes p und ein Sensor 8 zur Messung der Abgastemperatur T vorgesehen. Gegebenenfalls kann zur Messung der Partikelfiltertemperatur T_F ein oder mehrere Temperatursensoren 9 am Partikelfilter 4 angebracht sein.

[0023] Die von den Sensoren 6, 7, 8 und 9 gemessenen Werte über die Motordrehzahl n , den Abgasgegendruck p , die Abgastemperatur T und eventuell auch die Partikelfiltertemperatur T_F werden einer Steuereinheit 10 zugeführt, welche aus CPU (Central Processor Unit), ROM (Read Only Memory), RAM (Random Access Memory) und ADC (Analog/Digital-Converter) und Timern bestehen. Die Steuereinheit 10 erfaßt über einen gemultiplexten Analogeingang die Meßwerte p_i des Drucksensors 7 und die Meßwerte T_i des Temperatursensors 8. Das Sensor-signal des Drehzahlsensors 6 wird nach einer Signalkonditionierung einem Timereingang zugeführt und anschließend die Motordrehzahl n berechnet. Die Programmabarbeitung der Steuereinheit 10 kann dem Flußdiagramm in Fig. 3 entnommen werden. Nach dem Start der Brennkraftmaschine wird eine Initialisierungsroutine INIT durchlaufen, in der einerseits die CPU-Umgebung (ADC, RAM, Timer etc.) konfiguriert wird, und andererseits eine Vorabdiagnose der Sensoreingangssignale der Sensoren 6, 7, 8, 9 auf Plausibilität durchgeführt wird. In einer Schleife, die vorzugsweise alle 500 ms durchlaufen wird, werden die Abtastwerte des Abgasgegendruckes p_i und der Abgastemperatur T_i ermittelt, und im RAM abgelegt. Diese geringe Abtastrate von 2 Hz hat sich bei den vorhandenen Zeitkonstanten als ausreichend erwiesen. Die gespeicherten Meßwerte dienen in weiterer Folge zur Berechnung des arithmetischen Mittelwertes T_a der Abgastemperatur T vor dem Partikelfilter 4 und des arithmetischen Mittelwertes p_a des Abgasgegendruckes p vor dem Partikelfilter 4, gemäß folgenden Beziehungen:

$$T_a = \frac{1}{l} * \sum_{i=1}^l T_i \quad (1)$$

$$p_a = \frac{1}{k} * \sum_{i=1}^k p_i \quad (2)$$

[0024] Aus den beiden Rechengrößen T_a und p_a wird der normierte Abgasgegendruck p_0 berechnet,

wobei die Variablen 1 und k die Anzahl der gemessenen Werte T_i und p_i darstellen. Dieser normierte Abgasgegendruck p_0 stellt ein Maß für den Beladungszustand des Partikelfilters 4 dar. Der normierte Abgasgegendruck p_0 wird dabei aus folgender Beziehung bestimmt:

$$p_0 = p_a \cdot \frac{n_{idle}}{n} \cdot \frac{T_{idle}}{T_a}, \quad (3)$$

wobei

p_a der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfensters Δt gemessenen Abgasgegendrucke p_i , T_a der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfensters Δt gemessenen Abgastemperaturen T_i , T_{idle} die Abgastemperatur bei Leerlaufdrehzahl n_{idle} , n die während des Zeitfensters Δt gemessene Motordrehzahl,

n_{idle} die Leerlaufdrehzahl ist.

[0025] Nach dieser Berechnung des normierten Abgasgegendruckes p_0 wird eine Überprüfung der Bedingungen durchgeführt, die den Start einer Regenerationsphase bestimmen. Folgende Bedingungen werden dabei überprüft:

$$T_{min} \leq T_a \leq T_{max} \quad (4)$$

$$n_m \leq n \leq n_{max} \quad (5)$$

$$p_0 \geq p_{sw} \quad (6)$$

[0026] Sind bei einer entsprechenden Beladung des Partikelfilters 4 die in den Gleichungen (4) bis (6) genannten Bedingungen für eine Regenerationsphase erfüllt, wird der Steuerungsalgorithmus für die Betätigung der als Abgasdrosselklappe ausgeführten variablen Drossel 5 aktiviert. Die Ruhestellung der Drossel 5 ist dabei zweckmäßigerweise die geöffnete Stellung. Der Programmablauf für die Steuerungsstrategie der Drossel 5 ist in Fig. 4 dargestellt. Sind die Bedingungen für den Regenerationsstart erfüllt, wird nach Initialisierung einer Zeitkonstanten t ein Zeitzähler gestartet. Die Variable t_r bestimmt dabei die Gesamtzeitdauer für eine Regenerationsphase. Die Routine TCP (Throttle Control Procedure) generiert ein niederfrequentes pulswidenmoduliertes Signal mit der Trägerfrequenz $f = 1/(t_{on} + t_{off})$ und dem Tastverhältnis (Duty Cycle) $DC = t_{on}/(t_{on} + t_{off})$ über einen Zähler (COMPARE-TIMER) des Controllers und gibt dieses Signal über einen Leistungstreiber an einen elektrisch/pneumatischen Wandler (Überdruckmodulator) für die Drossel 5 weiter. Die Variablen t_{on} und t_{off} stellen dabei Zeitvariablen über die Taktzeit der Drossel 5 dar. Durch das pulswidenmodulierte Signal kann eine getaktete Öffnungs- und Schließbewegung der Drossel 5 und somit eine getaktete Verminderung und Erweiterung des Strömungsquerschnittes stromabwärts des Partikelfilters 4 erreicht werden. Dadurch kann einerseits die erforderliche Starttemperatur für die Regeneration des Partikelfil-

ters 4 eingestellt und überschritten werden, andererseits kann während einer erfolgreich initiierten Regenerationsphase ausreichend Sauerstoff für die Reaktion im Partikelfilter 4 zur Verfügung gestellt werden. Wie aus dem in Fig. 2 gezeigten Diagramm ersichtlich ist, verhält sich die Abgastemperatur T konträr zum Sauerstoffgehalt O_2 im Abgas. Im Diagramm ist dabei die Abgastemperatur T einerseits und der Sauerstoffgehalt O_2 über der Öffnungszeit t_{open} der Drossel 5 dargestellt. Dabei ist festzustellen, daß sich bei einer Öffnungszeit $t_{\text{open}} = \text{Null}$ eine sehr hohe Abgastemperatur T , aber ein sehr niedriger Sauerstoffwert O_2 einstellt. Bei andauernd geöffneter Drossel 5 ist es dagegen genau umgekehrt. Die Öffnungszeit der Drossel 5 muß daher so gewählt werden, daß der Sauerstoffgehalt O_2 für die Regeneration des Partikelfilters 4 und die Abgastemperatur T genügend hoch ist.

[0027] Nach dem Start des pulsweitenmodulierten Signals wird überprüft, ob der erlaubte Temperatur- und Drehzahlbereich eingehalten wird. Über die Temperatur T_F im Partikelfilter 4 kann die Reaktion kontrolliert beobachtet werden. Ist die aktuelle Abgastemperatur T vor dem Partikelfilter kleiner als T_{min} , wird die Regenerationsphase unterbrochen, da die momentanen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine keine erfolgreiche Regeneration mehr gewährleisten. Der aktuelle Zählwert der Zeitvariablen t wird abgespeichert und beim erneuten Start der Drosselklappenprozedur TCP nur mehr die Differenz bis zur Erreichung der Regenerationsgesamtdauer t_R abgearbeitet. Diese Maßnahme gewährleistet, daß die Zeitdauer des Regenerationsprozesses durch Unterbrechungen nicht unnötig verlängert wird. Die Drosselprozedur wird erst wieder gestartet, wenn die entsprechenden Bedingungen erfüllt sind. Steigt die Temperatur T über T_{max} , wird die Regeneration ebenfalls unterbrochen, um eine thermische Überbeanspruchung des Partikelfilters 4 zu verhindern. Die Einhaltung des Drehzahlbereiches $n_{\text{min}} \leq n \leq n_{\text{max}}$ dient dazu, um extreme Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine zu vermeiden. Um die Regeneration des Partikelfilters 4 beeinflussen zu können, kann das Tastverhältnis des pulsweitenmodulierten Signales für die Ansteuerung der Drossel 5 verändert werden. Ein Maß für den Grad der Regeneration stellt dabei der normierte Abgasgegendruck p_0 dar. Stellt sich schon vor dem Ablauf der Regenerationsgesamtdauer t_R das Ende der Regeneration ein, wird durch Unterschreiten eines vordefinierten Toleranzbereiches Δp_{sw} unterhalb des Grenzkennwertes p_{sw} die Prozedur beendet. Der Wert t_R für die Regenerationsgesamtdauer stellt einen mittleren Zeitwert aus vorangegangenen experimentellen Versuchen dar. Innerhalb dieser Zeitdauer t_R sollte der Regenerationsprozeß in den meisten Fällen abgeschlossen sein. Ist die Zeit t_R abgelaufen, wird die Drosselprozedur beendet. Anschließend wird eine in Fig. 4 mit WAIT bezeichnete Warteprozedur gestartet, während der alle Aktionen gesperrt werden. Die Sperrzeit

dient dazu, mögliche Änderungen des aus Mittelwerten berechneten normierten Druckes p_0 feststellen und damit den Erfolg der Regeneration beurteilen zu können. Wurde eine Regeneration erfolgreich durchgeführt, ist p_0 weit unter den Grenzkennwert p_{sw} abgesunken, und es wird in weiterer Folge nur die in Fig. 3 dargestellte Hauptroutine durchlaufen. War die Regeneration nicht erfolgreich, so kann beim Erreichen der entsprechenden Bedingungen sofort wieder der in Fig. 4 dargestellte Steuerungsalgorithmus für die Drossel 5 ausgeführt werden. Dieser Vorgang wird sodann wiederholt, bis eine erfolgreiche Regeneration stattgefunden hat.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regeneration eines Partikelfilters (4) einer Diesel-Brennkraftmaschine (1), wobei in Abhängigkeit des Beladungszustandes des Partikelfilters (4) die Regeneration durchgeführt wird, und die Regeneration durch Erhöhen des Abgasgegendruckes (p) im Bereich des Partikelfilters (4) initiiert wird, wobei stromabwärts des Partikelfilters (4) der Durchflussquerschnitt während des Regenerationsprozesses temporär vermindert wird, und wobei zur Feststellung des Beladungszustandes des Partikelfilters (4) innerhalb eines Zeitfensters (Δt) aktuelle motorspezifische und filterspezifische Betriebsparameter (n ; T , p) erfasst werden, dadurch gekennzeichnet, dass aus den aktuellen Betriebsparametern (n , T , p) als charakteristischer Kennwert ein normierter Abgasgegendruck (p_0) berechnet wird und dieser mit einem Grenzkennwert (p_{sw}) des normierten Abgasgegendruckes verglichen wird, dass während der Regenerationsphase ein Zeitzähler (t) aktiviert wird, dass die Regeneration eine vordefinierte Regenerationsgesamtdauer (t_R) lang und/oder so lange erfolgt, bis der normierte Abgasgegendruck (p_0) kleiner als der Grenzkennwert (p_{sw}) des normierten Abgasgegendruckes wird, und dass die Regenerationsphase unterbrochen wird, wenn die gemessenen Werte für die Motordrehzahl (n) oder die Abgastemperatur (T) außerhalb der Bereiche für die Solldrehzahl (n_{min} , n_{max}) beziehungsweise für die Sollabgastemperatur (T_{min} , T_{max}) liegen, und die Regenerationsphase wieder fortgesetzt wird, sobald die Sollwertbereiche wieder erreicht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhöhung des Abgasgegendruckes (p) während der Regenerationsphase getaktet erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchflussquerschnitt um mindestens 70%, vorzugsweise zwischen 80% bis 95% vermindert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Taktzeit für das Verminderen

dern sowie für das Öffnen des Durchflussquerschnittes 1 bis 10 Sekunden beträgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der normierte Abgasgegendruck (p_0) als Funktion der Motordrehzahl (n), der Abgastemperatur (T) und des Abgasgegendruckes (p) stromaufwärts des Partikelfilters (4) berechnet wird, wobei folgende Beziehung gilt:

$$p_0 = p_a \cdot \frac{n_{idle}}{n} \cdot \frac{T_{idle}}{T_a} , \quad \text{wobei}$$

p_a der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfensters Δt gemessenen Abgasgegendrücke p_i ,
 T_a der arithmetische Mittelwert der innerhalb des Zeitfensters Δt gemessenen Abgastemperaturen T_i ,
 T_{idle} die Abgastemperatur bei Leerlaufdrehzahl n_{idle} ,
 n die während des Zeitfensters Δt gemessene Motordrehzahl,
 n_{idle} die Leerlaufdrehzahl ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass aufgrund des Beladungszustandes des Partikelfilters (4) von einer Steuereinheit (10) der Regenerationsbeginn bestimmt und ein pulsweitenmoduliertes Steuersignal erzeugt und dem Betätigungsorgan einer variablen Drossel (5) während der Regenerationsphase des Partikelfilters (4) zugeführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei Unterbrechung der Regenerationsphase der Zeitzähler (t) angehalten wird und bei Fortsetzung der Regenerationsphase die Zeitzählung bis zum Erreichen der Regenerationsgesamtdauer (t_r) fortgesetzt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

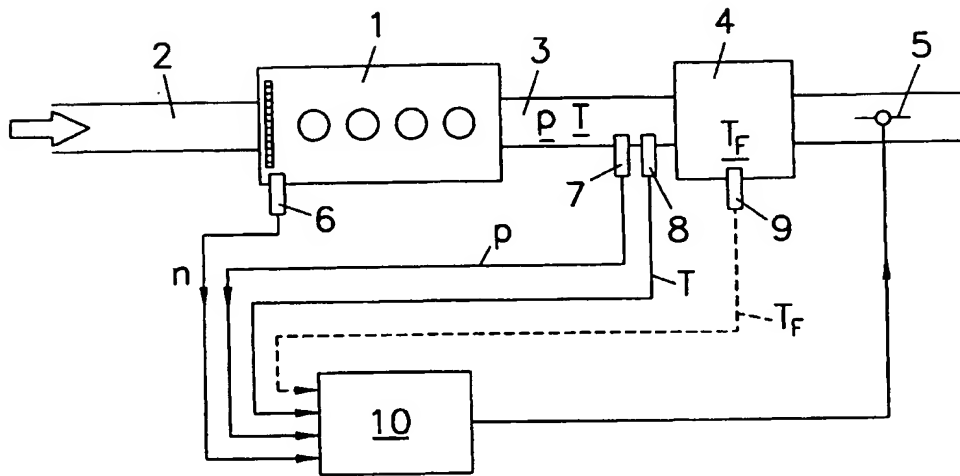


Fig.1

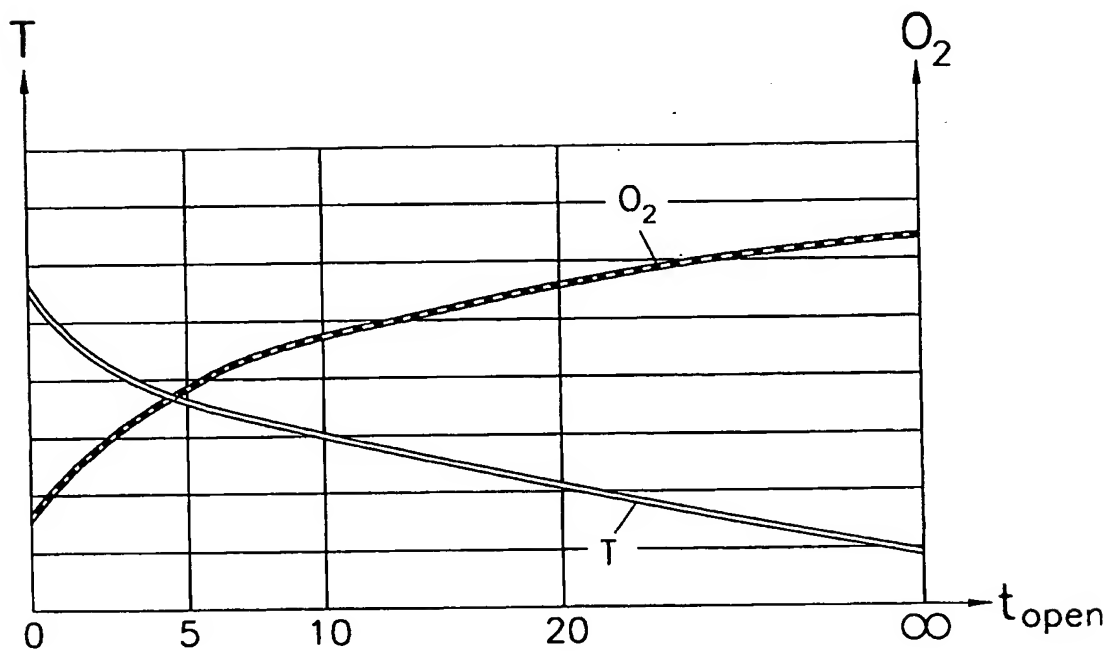


Fig.2

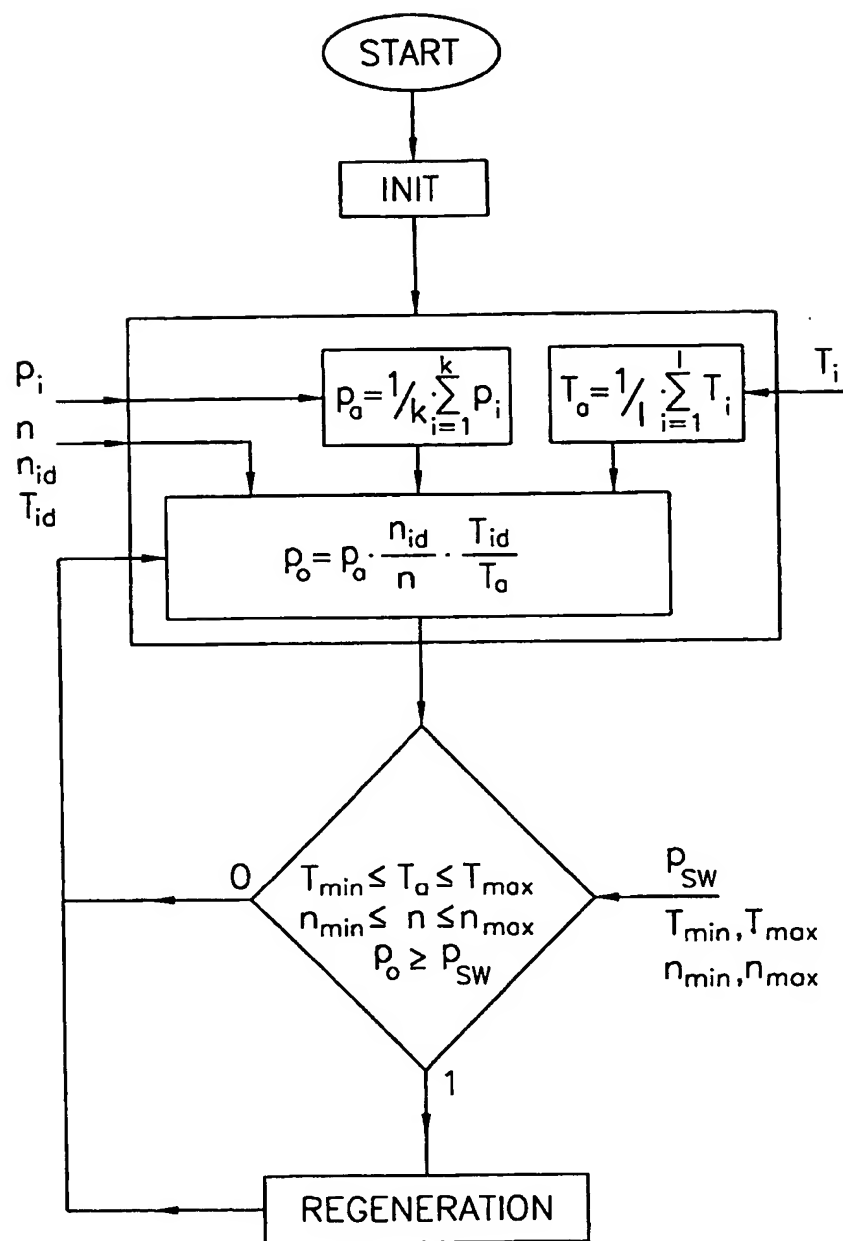


Fig.3

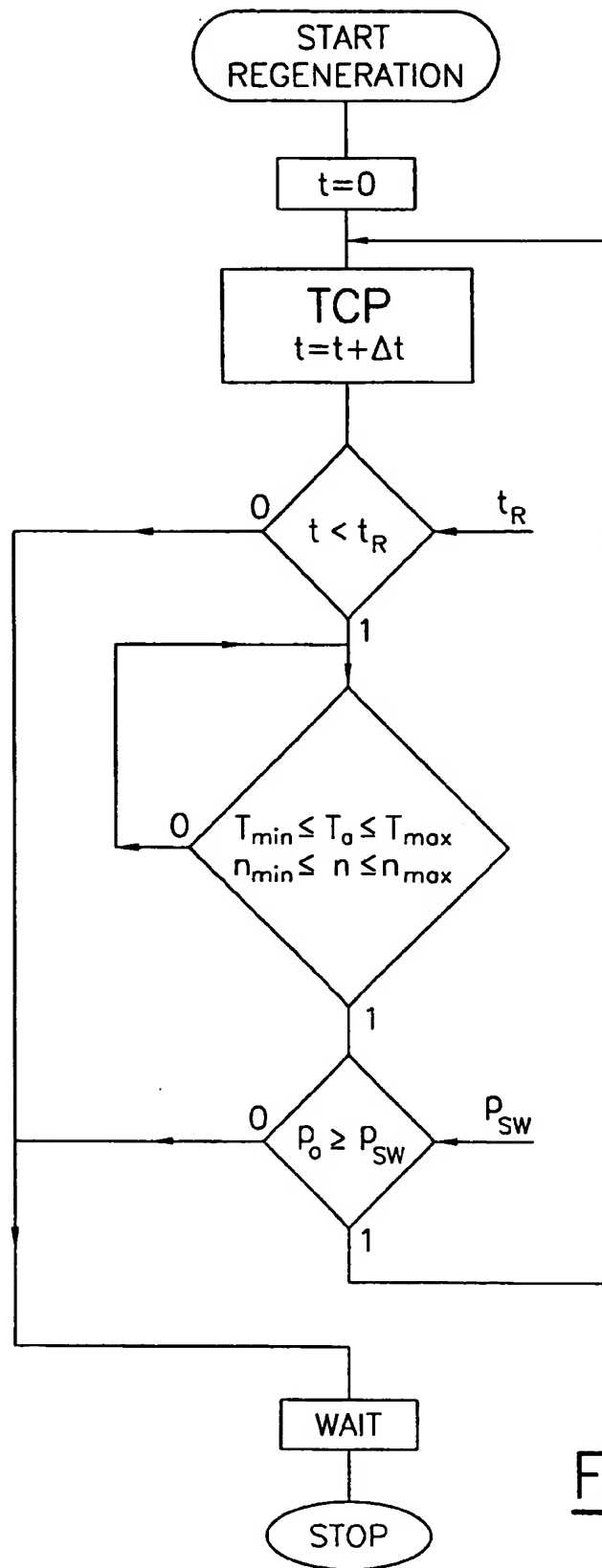


Fig.4